

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-217862

(43)Date of publication of application : 02.08.2002

(51)Int.Cl.

H04J 11/00

H04L 27/38

(21)Application number : 2001-011470

(71)Applicant : FUJITSU GENERAL LTD

(22)Date of filing : 19.01.2001

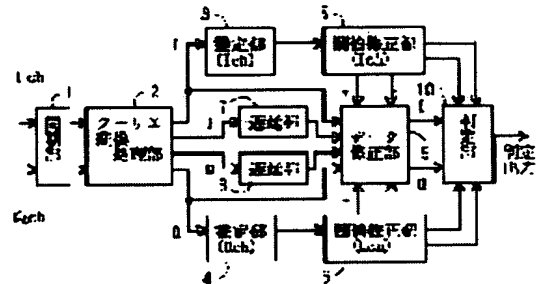
(72)Inventor : SHIMOMURA AKIHIRO

## (54) QAM-DECODING DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent the error in data judgment in the decoding of the radio communication signal of an orthogonal frequency division/multiplex system (OFDM) which uses the modulation system of multivalued QAM.

**SOLUTION:** The timing of the respective time area signals of base bands Ich and Qch is decided in a synchronizing part 1 and the signals are transformed into frequency area signals in a Fourier transformation processing part 2. The fluctuation of the amplitude and the phase of data signals in Ich and Qch are estimated in an Ich estimating part 3 and a Qch-estimating part 4, based on a pilot signal in the transformed signals. Thresholds are corrected in an Ich threshold correcting part 5 and a Qch threshold correcting part 6, based on the estimation result. The data signals of Ich and Qch, which pass through a delay part 7 or 8 from the Fourier transformation processing part 2, are data-corrected based on the corrected thresholds, and the pilot signals. The data signal from a data correcting part 9 is judged for the data in a judging part 10 by using the corrected thresholds.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-217862

(P2002-217862A)

(43) 公開日 平成14年8月2日 (2002.8.2)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード (参考)

H 0 4 J 11/00

H 0 4 J 11/00

Z 5 K 0 0 4

H 0 4 L 27/38

H 0 4 L 27/00

G 5 K 0 2 2

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2001-11470 (P2001-11470)

(22) 出願日 平成13年1月19日 (2001.1.19)

(71) 出願人 000006611

株式会社富士通ゼネラル

神奈川県川崎市高津区末長1116番地

(72) 発明者 下村 明広

川崎市高津区末長1116番地 株式会社富士

通ゼネラル内

Fターム (参考) 5K004 AA08 JA01 JA09 JG01 JJ10

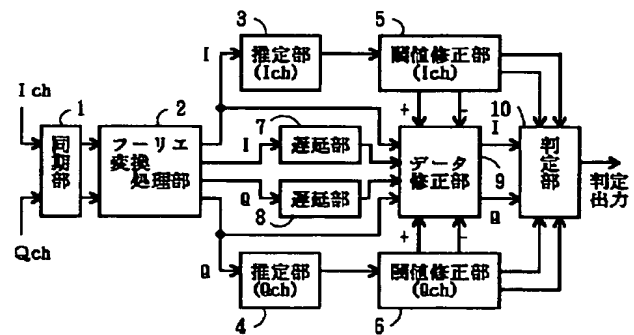
5K022 DD01 DD13 DD18 DD19 DD33

(54) 【発明の名称】 QAM復号装置

(57) 【要約】

【課題】 多値QAMの変調方式を用いた直交周波数分割多重方式 (OFDM) の無線通信信号の復号におけるデータ判定の誤りを防止する。

【解決手段】 ベースバンド I ch 及び同 Q ch それぞれの時間領域信号を同期部 1 でタイミングを定めた後、フーリエ変換処理部 2 において周波数領域信号へ変換する。同変換した信号中のパイロット信号をもとに、I ch 用推定部 3 及び Q ch 用推定部 4 において I ch 及び Q ch それぞれのデータ信号の振幅及び位相の変動を推定する。同推定結果をもとに I ch 用閾値修正部 5 及び Q ch 用閾値修正部 6 において閾値を修正する。また、フーリエ変換処理部 2 から遅延部 7 又は同 8 を経た I ch 又は Q ch それぞれのデータ信号について、前記修正閾値とパイロット信号とをもとにデータ修正する。データ修正部 9 からのデータ信号について前記修正した閾値を用いて判定部 10 においてデータ判定する。



## 1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 多値 QAM (Quadrature Amplitude Modulation) の変調方式を用いた直交周波数分割多重方式 (OFDM=Orthogonal Frequency Division Multiplex) の無線通信信号の復号において、受信無線周波信号を周波数変換したベースバンド I チャンネル及び同 Q チャンネルそれぞれの時間領域信号を周波数領域信号へ変換し、前記各チャンネルごとのパイロット信号及びデータ信号とを出力するフーリエ変換処理部と、前記フーリエ変換処理部よりのパイロット信号をもとに前記 OFDM を形成する I チャンネル及び Q チャンネルそれぞれのデータ信号の振幅及び位相の変動を推定する推定手段と、前記推定手段による推定結果をもとに予め設定してなるデータ判定用の基準閾値を修正する閾値修正手段と、前記フーリエ変換処理部よりのパイロット信号及び前記閾値修正手段による修正閾値をもとに前記フーリエ変換処理部よりのデータ信号についてデータ修正するデータ修正部と、前記データ修正部よりのデータ信号について前記閾値修正手段よりの閾値を用いてデータ判定し復号データを出力する判定部とを備えてなる QAM 復号装置。

【請求項 2】 前記推定手段における推定を、前記パイロット信号の複数本についての平均レベルと、前記パイロット信号の複数本についての直線補間とをもとに行うことを特徴とする請求項 1 記載の QAM 復号装置。

【請求項 3】 I チャンネル用又は Q チャンネル用の前記データ修正部を、複数本からなるパイロット信号を 2 本の組とし、同組ごとにデータ信号の位相誤差を推定する第 1 の位相誤差推定部と、前記位相誤差推定部で推定した推定値を平均する第 1 の位相誤差平均部と、前記第 1 の位相誤差平均部よりの平均値を基にデータ信号を構成するサブキャリア全体に対して位相を回転させる補正を行うデータ補正部と、前記データ補正部よりのデータ信号につき前記閾値修正手段よりの修正閾値を用いて仮のデータ判定を行うデータ仮判定部と、前記データ補正部で補正されたデータ信号とデータ仮判定部で仮判定されたデータよりデータ位相誤差を推定する第 2 の位相誤差推定部と、前記第 2 の位相誤差推定部における推定値の全てについて平均する第 2 の位相誤差平均部と、前記第 2 の位相誤差平均部よりの平均値をもとにデータ信号を構成するサブキャリア全体に対して位相を回転するデータ再補正部とで構成したことを特徴とする請求項 1 記載の QAM 復号装置。

【請求項 4】 前記データ補正部と第 2 の位相誤差推定部との間に遅延部を設け、同データ補正部よりの I チャンネル又は Q チャンネルのデータ信号を予め設定した時間について遅延することを特徴とする請求項 3 記載の QAM 復号装置。

【請求項 5】 前記データ補正部とデータ再補正部との間に遅延部を設け、同データ補正部よりの I チャンネル

## 2

又は Q チャンネルのデータ信号を予め設定した時間について遅延することを特徴とする請求項 3 記載の QAM 復号装置。

【請求項 6】 前記フーリエ変換処理部と前記データ修正部との間に遅延手段を設け、同フーリエ変換処理部よりの I チャンネル及び Q チャンネルそれぞれのデータ信号を予め設定した時間について遅延することを特徴とする請求項 1 記載の QAM 復号装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は QAM 復号装置に係り、より詳細には、多値 QAM の変調方式を用いた直交周波数分割多重方式 (OFDM) の無線通信信号の復号において、フェーディング又はノイズ等により変動したデータ信号の判定誤りの防止に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 多値 QAM の変調方式を用いた直交周波数分割多重方式 (OFDM) の無線通信信号の復号において、受信信号に含まれているパイロット信号のレベルからデータ信号の振幅変動や位相変動を推定する方法として、パイロットキャリア数本の平均を用いる方法、又はパイロットキャリア間を直線補間する方法が一般的に知られている。しかし、前者の平均を用いる方法は熱雑音等による振幅変動には有効であるが、フェーディング等による位相変動に対応できず、後者の直線補間する方法はパイロットキャリアが劣化した場合誤った推定をする可能性がある。また、上記推定をもとにしたデータ信号の振幅補正については、従来、中間周波回路に設けた AGC (自動利得制御) アンプを制御していたが、この方法の場合、高速の信号に対しては処理が遅れるという欠点があった。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は前記に鑑み、パイロット信号の振幅をもとに平均法及び直線補間法の双方を併用して振幅変動と位相変動とを推定し、同推定結果をもとにデータ信号及びデータ判定用の閾値を修正することにより復号データの誤り発生を防止するようにした QAM 復号装置を提供することを目的とする。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】 本発明は、多値 QAM (Quadrature Amplitude Modulation) の変調方式を用いた直交周波数分割多重方式 (OFDM=Orthogonal Frequency Division Multiplex) の無線通信信号の復号において、受信無線周波信号を周波数変換したベースバンド I チャンネル及び同 Q チャンネルそれぞれの時間領域信号を周波数領域信号へ変換し、前記各チャンネルごとのパイロット信号及びデータ信号とを出力するフーリエ変換処理部と、前記フーリエ変換処理部よりのパイロット信号をもとに前記 OFDM を形成する I チャンネル及び Q チャンネルそれぞれのデータ信号の振幅及び位相

## 3

の変動を推定する推定手段と、前記推定手段による推定結果をもとに予め設定してなるデータ判定用の基準閾値を修正する閾値修正手段と、前記フーリエ変換処理部よりのパイロット信号及び前記閾値修正手段による修正閾値をもとに前記フーリエ変換処理部よりのデータ信号についてデータ修正するデータ修正部と、前記データ修正部よりのデータ信号について前記閾値修正手段よりの閾値を用いてデータ判定し復号データを出力する判定部とを備えてなるQAM復号装置を提供するものである。

【0005】また、前記推定手段における推定を、前記パイロット信号の複数本についての平均レベルと、前記パイロット信号の複数本についての直線補間とをもとに行う。

【0006】また、Iチャンネル用又はQチャンネル用の前記データ修正部を、複数本からなるパイロット信号を2本の組とし、同組ごとにデータ信号の位相誤差を推定する第1の位相誤差推定部と、前記位相誤差推定部91で推定した推定値を平均する第1の位相誤差平均部と、前記第1の位相誤差平均部よりの平均値を基にデータ信号を構成するサブキャリア全体に対して位相を回転させる補正を行うデータ補正部と、前記データ補正部よりのデータ信号につき前記閾値修正手段よりの修正閾値を用いて仮のデータ判定を行うデータ仮判定部と、前記データ補正部で補正されたデータ信号とデータ仮判定部で仮判定されたデータよりデータ位相誤差を推定する第2の位相誤差推定部と、前記第2の位相誤差推定部における推定値の全てについて平均する第2の位相誤差平均部と、前記第2の位相誤差平均部よりの平均値をもとにデータ信号を構成するサブキャリア全体に対して位相を回転するデータ再補正部とで構成する。

【0007】また、前記データ補正部と第2の位相誤差推定部との間に遅延部を設け、同データ補正部よりのIチャンネル又はQチャンネルのデータ信号を予め設定した時間について遅延するようにする。

【0008】また、前記データ補正部とデータ再補正部との間に遅延部を設け、同データ補正部よりのIチャンネル又はQチャンネルのデータ信号を予め設定した時間について遅延するようにする。

【0009】また、前記フーリエ変換処理部と前記データ修正部との間に遅延手段を設け、同フーリエ変換処理部よりのIチャンネル及びQチャンネルそれぞれのデータ信号を予め設定した時間について遅延するようにする。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、発明の実施の形態を実施例にもとづき図面を参照して説明する。図1は本発明によるQAM復号装置の一実施例を示す要部ブロック図である。なお、変調信号は例として16QAMを用いた直交周波数分割多重方式(OFDM)とする。図1において、1は同期部であり、入力される16QAMのIチャ

## 4

ンネル(ch)信号及びQチャンネル(ch)信号をフーリエ変換する際のシンボル(後述)の切り出しのタイミングを定める。なお、入力Ich信号及びQch信号は、受信した無線周波信号を周波数変換したベースバンド信号であって、且つ図示しないA/D変換部によりアナログ信号をデジタル化した信号である。これら各信号はデータ信号の他に所定本数(本実施例では4本とする)のパイロット信号が含まれる。2はフーリエ変換処理部であり、同期部1でタイミング設定されたシンボルである時間領域のIch信号及びQch信号それぞれを周波数領域の信号に変換する。

【0011】3はIch信号用の推定部であり、フーリエ変換処理部2の出力信号中からIch側のパイロット信号を取り出し、そのパイロット信号の振幅からIchデータ信号の振幅変動を推定する。4はQch信号用の推定部であり、フーリエ変換処理部2の出力信号中からQch側のパイロット信号を取り出し、そのパイロット信号の振幅からQchデータ信号の振幅変動を推定する。なお、上記Ich信号用の推定部3とQch信号用の推定部4とを推定手段とした。5はIch信号用の閾値修正部であり、QAMにおけるデータ判定に用いるIch側の予め設定されている閾値を前記Ich信号用の推定部3による前記推定をもとに修正する。6はQch信号用の閾値修正部であり、QAMにおけるデータ判定に用いるQch側の予め設定されている閾値を前記Qch信号用の推定部4による前記推定をもとに修正する。なお、ch信号用の閾値修正部5とQch信号用の閾値修正部6とを閾値修正手段とした。

【0012】7はIch信号用の遅延部であり、フーリエ変換処理部2の出力信号中から取り出したIch側のデータ信号を所定時間遅延し、下記判定部10におけるデータ判定の際のデータと閾値との時間的タイミングの整合をとる。8はQch信号用の遅延部であり、フーリエ変換処理部2の出力信号中から取り出したQch側のデータ信号を所定時間遅延し、下記判定部10におけるデータ判定の際のデータと閾値との時間的タイミングの整合をとる。9はデータ修正部であり、遅延部7及び同8よりのIch及びQchの各データ信号を、前記閾値修正部5及び同6の閾値修正データと、フーリエ変換処理部2よりのパイロット信号とをもとにデータ修正する。10は判定部であり、データ修正部9よりの修正されたデータ信号につき、閾値修正部5及び同6よりの修正閾値をもとにデータ判定する。同判定出力が16QAMにおける各信号点のデータ(復号データ)となる。

【0013】次に、図2をもとに本発明を更に詳しく説明する。図2において、(A)は16QAMとしたときの各信号点(黒丸印)(1信号点=4ビット)の配置関係図である。また、図中の21~24はデータ判定に使用する閾値であり、16QAMの場合にはI軸及びQ軸それぞれに+、-の2本の閾値が必要となる。図1の各閾値修正部5、6の+、-はこの閾値の極性を表す。なお、

これら各閾値は予め設定されている（基本閾値）。また、同図（B）はI ch側で描いた周波数（横軸）に対するデータ信号及びパイロット信号それぞれの振幅（縦軸）との関係を示したものである。この周波数領域の信号が前述のようにフーリエ変換処理部2より出力される。図中の25はデータ信号、P1～P4はパイロット信号、26は閾値〔（A）図の符号23に相当〕である。

【0014】また、図（B）は原点（＝0：直流）に対し例として±20MHzの帯域とし、この帯域内を±32分割（即ち64周波数分割）したものであり、同64分割した各周波数（サブキャリア）のうち、60のサブキャリア個々に1信号点（4ビット）のデータ、4のサブキャリアにP1～P4のパイロット信号を順次割り当てていく。この割り当ての順序は図の最左端（－20MHz）から最右端（＋20MHz）の順であり、最右端まで割り当てた後は再び最左端へ戻り、以降、これを繰り返す。上記64周波数分割した1群が1シンボルとなる。なお、上記P1～P4のパイロット信号の位置を前記±32分割との関係で表せば、P2とP3を±7の位置、P1とP4を±21の位置としたものである。従って、パイロット信号間のデータ用サブキャリア数は13となる。また、「－20MHz」は「＋20MHz」と複素共役の関係にある周波数を意味する。

【0015】また、図（B）に示したデータ信号は本発明の理解を容易にするため、（A）図の信号点Soのデータ（例えば1111の4ビットデータ）のみを連続して送信した場合を示す。また、図（B）ではパイロット信号をP1～P4の4本とし、このうちP4については負極性と

$$g1 = (P1 + P2 + \dots + (Pi-1) + Pi + \dots + Pn) / n \quad \dots (1)$$

$$g2(k) = [ \{ Pi - (Pi-1) \} k / \cdot N ] + (Pi-1) \quad \dots (2)$$

上式において、g1はn本のパイロット信号（P1～Pn）のレベル平均を表し、g2(k)はkを関数にした直線式であり、パイロット信号間の直線補間を表す。また、kはサブキャリアの位置を表す数値、Nはパイロット信号間のサブキャリア数にパイロット信号の本数「1」を加えた数である。これらN及びkについて、例えば図（B）の場合であれば、パイロット信号の本数n＝4（本）であり、各パイロット信号間には前述のように13のサブキャリアが存在し、従って、N＝13＋1＝14である。また、（2）式の{}内については、相隣接するパイロット信号間のレベル差（P1とP4との間は除

$$g(k) = norm \times \{ (N/2) \times g1 + N \times g2(k) \} / \{ N + (N/2) \} \quad \dots (3)$$

上式において、normは予め設定してある閾値（基本閾値）であり、N、kについては前記（1）（2）式と同様である。このように、修正閾値g(k)は、従来におけるパイロット信号のレベル平均及び直線補間の双方の要素をそれぞれ重み付けして加味したものである。

【0019】上記修正をI ch信号用の閾値修正部5及びQ ch信号用の閾値修正部6で行い、同修正値を判定部10

したが、この本数又は極性等については通信方式により原則任意である。ここで、上記図（B）の状態を受信及びデータ判定ができれば判定データにエラーは発生しない。しかし、実際には電波伝搬路中ではフェーディング等による位相変動（位相雑音）の影響を受け、受信機側ではその処理回路中で熱雑音等の影響を受ける。この場合には各信号点のI、Qの直交軸上での振幅及び位相が変動し、データ判定にエラーが発生する。

【0016】図（C）は図（B）の状態のものが上述の影響のうちフェーディング等の位相雑音によりレベル変動した状態の一例を示したものであり、データ信号27及び4本のパイロット信号（P1～P4）のレベルが図（B）のそれらに比し変動していることを示す。なお、実際には上記フェーディング等の位相雑音による変動に更に前記熱雑音による振幅変動が加わるが、この両者の関係を図示したものが図（D）であり、28は上記フェーディング等の位相雑音によりレベル変動したデータ信号を示し、29は更に熱雑音によりレベル変動したデータ信号を示す。このデータ変動とともに4本のパイロット信号のレベルも変動する。以上から、4本のパイロット信号のレベル変動を把握することによりデータ信号の変動を推定することができる。この推定を行うものがI ch信号用の推定部3及びQ ch信号用の推定部4であり、両者の推定を総合したものがI、Qの直交軸上での各信号点の振幅変動及び位相変動となる。

【0017】上記推定に際し、推定部3及び推定部4それぞれにおいては下記（1）式及び（2）式を計算する。なお、式は一般式として記す。

く）であり、kはこれらパイロット信号間の13本のサブキャリア個々に対し順に与える1、2、3・・・13の数値である。この場合、（Pi-1）側の最初のサブキャリアを「1」とする。

【0018】このようにg2(k)が意味するところは、相隣接するパイロット信号間にレベル変化が生じている場合、この間のサブキャリア個々のレベルが直線的に変化しているものと推定することである。上記（1）式及び（2）式の結果をもとに下記（3）式により修正閾値g(k)を求め、予め設定してある閾値をこの閾値に修正する。

に対し設定する。この閾値修正の様子を図2（C）の符号30に示す。即ち、本来の閾値26を新たな閾値30へ修正する。これにより、本来の閾値26ではデータ判定においてエラーとなる部分（31）が修正閾値30の設定によりエラーとはならないこととなる。なお、図2（C）では熱雑音による影響（前記D図）を無視しているが、この熱雑音により一部データ信号において修正閾値30を超え、

## 7

データ判定においてエラーとなる場合が生じ得る。このため、データ信号についても上記閾値修正と同様に修正する必要がある。このデータ信号の修正をデータ修正部9で行う。

【0020】以下、上記データ修正部9につき図3をもとに説明する。なお、図ではIch側と同構成のQch側についてはブロック図を省略した。同図において、9aはIch側のデータ修正部、9bはQch側のデータ修正部であり、Ich側のデータ修正部9aには遅延部7よりデータ信号、フーリエ変換処理部2よりパイロット信号、Ich信号用の閾値修正部5より修正閾値のデータがそれぞれ入力され、Qch側のデータ修正部9bには遅延部8よりデータ信号、フーリエ変換処理部2よりパイロット信号、Qch信号用の閾値修正部6より修正閾値のデータがそれぞれ入力される。Ich側のデータ修正部9aにおいて、第1の位相誤差推定部91はパイロット信号を2本の組(P1とP2、P2とP3、P3とP4、P1とP4、P1とP3、P2とP4)とし、それぞれの組におけるレベル差からサンプリングタイミング誤差及び初期位相誤差とによるデータ信号の位相誤差を推定する。この推定を上記括弧内の全ての組について行う。ここに、サンプリングタイミングは同期部1に

入力するデジタルのIch信号を得る際のA/D変換部(図示せず)におけるサンプリングタイミングの誤差であり、初期位相誤差は無線周波信号を周波数変換する際に生じる位相誤差である。

【0021】第1の位相誤差平均部92は、上記位相誤差推定部91で推定した全ての推定値を平均する。この平均値を第1の補正值とする。データ補正部93は、上記第1の位相誤差平均部92よりの第1の補正值を基にサブキャリア(データ信号)全体に対して位相を回転させる補正を行う。データ仮判定部94は、判定部10と同様にデータ判定を仮に行うものであり、上記データ補正部93よりのデータ信号につき、閾値修正部5よりの修正閾値を使用してデータ仮判定する。第2の位相誤差推定部95は、前記データ補正部93で補正されたデータ信号とデータ仮判定部94で仮判定されたデータよりデータ位相誤差を推定する。この場合、データ補正部93のデータについてはタイミング合わせのため遅延部96を通す。また、上記推定は、中心周波数に対して対象の関係にあるサブキャリア2本(-1と+1、-2と+2、-3と+3・・・)ずつとし、全てのサブキャリアについて行う。

【0022】第2の位相誤差平均部97は、第2の位相誤差推定部95における推定値の全てについて平均する。この平均値を第2の補正值とする。但し、この平均におい

## 8

ては閾値修正部5よりの修正閾値と基準閾値の位相差に比べ、第2の位相誤差推定部95で推定された位相誤差が予め定めた値以上の非常に大きいものについては除外して平均する。データ再補正部98は、第2の位相誤差平均部97における第2の補正值をもとに遅延部96及び同じくタイミング合わせ用の遅延部97を介しサブキャリア全体(データ信号)に対して位相を回転することでデータ修正する。以上がIch側のデータ修正であるが、同様のことをQch側のデータについても修正する(データ修正部9b)

なお、上記では16QAMとしたが、その他の多値QAMについても本発明は適用できる。

## 【0023】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、多値QAMの変調方式を用いた直交周波数分割多重方式

(OFDM)の無線通信信号の復号において、データ判定用の閾値及びデータ信号を、パイロット信号を使用した平均法及び直線補間法の双方の要素を併用して修正するので、フェーディング等の位相雑音又は回路素子等の熱雑音による影響を回避できることとなる。これによりデータ判定のエラー発生が防止され、QAM復調装置の性能を向上できることとなる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるQAM復調装置の一実施例を示す要部ブロック図である。

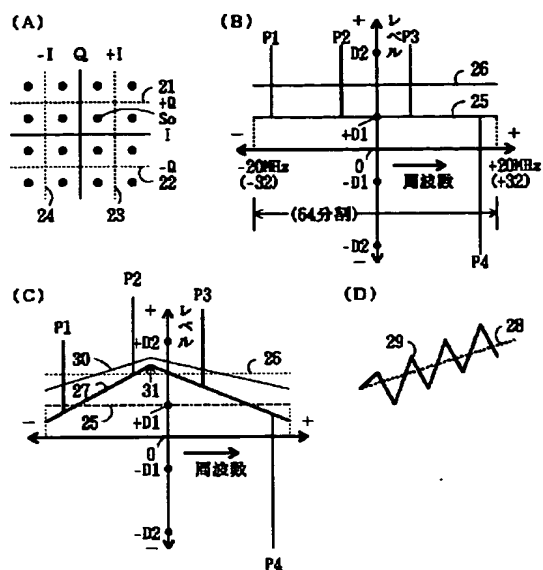
【図2】図1に関する説明図である。

【図3】図1におけるデータ修正部9の一実施例を示す要部ブロック図である。

## 【符号の説明】

- 1 同期部
- 2 フーリエ変換処理部
- 3、4 推定部
- 5、6 閾値修正部
- 7、8 遅延部
- 9 データ修正部
- 9a Ich側データ修正部
- 9b Qch側データ修正部
- 10 判定部
- 91、95 位相誤差推定部
- 92、97 位相誤差平均部
- 93 データ修正部
- 94 データ仮判定部
- 96、99 遅延部
- 98 データ再補正部

【图 2】



【図 3】

